

# METRO

# DER TUNNELBAU QUER DURCH STÄDTE ERFORDERT SPEZIELLE FERTIGKEITEN

Unterirdisch fahrende Metros sind schnell, umweltfreundlich, effizient und besonders in dicht besiedelten Gebieten eine ideale Lösung zur Bewältigung des Verkehrs. Die Unterquerung von städtischem Gebiet stellt im Tunnelbau jedoch eine besondere Herausforderung dar.

## **Komplex von der Planung bis zum Unterhalt**

Metros sind komplexe Anlagen, die ohne Störung der Stadtaktivitäten gebaut und betrieben werden müssen. In urbanen Gebieten ist es wichtig, dass sich das durchquerte Gebiet beim Tunnelbau nicht oder nur minimal senkt und Erschütterungs- und Lärmemissionen tief gehalten werden. Das Setzungsmass und damit die Beeinflussung der bestehenden Bauten gering zu halten, ist schwierig, da der Bau meist in wassergesättigtem Lockermaterial stattfindet. Zudem darf der Tunnel die Fundationen von Gebäuden und unterirdische Leitungen nicht tangieren.

Die Zugänge zu Metroanlagen müssen meist von der Oberfläche her errichtet werden – sei dies für grosse Stationen, Verbindungen oder Notausstiege. Dazu sind Schächte und Zugangsstollen erforderlich, wofür in überbauten Gebieten oft der Platz fehlt.

Bereits in der Planungsphase muss der spätere Unterhalt der Tunnelanlage berücksichtigt werden. Im Metrobetrieb stehen für Unterhaltsarbeiten oft nur kurze Nachtpausen zur Verfügung, und es bestehen kaum Umleitungsmöglichkeiten.

Solche Herausforderungen kann nur ein Partner meistern, der mit den Anforderungen und Randbedingungen des Metrobaus vertraut ist.

## **In allen Belangen erfahrene Spezialisten**

Amberg Engineering verfügt über vielseitige und langjährige Erfahrung in allen Arten des Lockermaterialtunnelbaus, sowohl konventionell als auch mit Tunnelbohrmaschinen. Unser Wissen haben wir beim Metrobau weltweit erworben und in enger Zusammenarbeit mit Forschung und Industrie vertieft. Wir planen mit der richtigen Technologie für die jeweiligen Anforderungen vor Ort.

Unsere Fachleute evaluieren die am besten geeigneten Vortriebsmethoden, wählen den richtigen Ausbau und finden die optimale Linienführung. Für tiefe Baugruben, wie sie beispielsweise für Stationen erforderlich sind, erarbeiten wir passende Sicherungs- und Fundationslösungen. Zudem entwickeln unsere Spezialisten Sicherheitskonzepte sowie Notfallplanungen und entwerfen die Lüftung der Tunnel und Stationen.

Ist die Metro in Betrieb, verfügen wir über das Know-how und die technischen Mittel, trotz kurzen Arbeitspausen Inspektionen und Unterhaltsarbeiten auszuführen. Zur Werterhaltung führen wir periodische Zustandsanalysen, strategische Werterhaltungsplanungen mit Finanz- und Terminplänen sowie die gesamte Planung und Überwachung von Instandsetzungs-, Erneuerungs- und Umnutzungsarbeiten durch.



# DIE DIENSTLEISTUNGEN IM DETAIL

Amberg Engineering realisiert innovative und massgeschneiderte Lösungen für Metros. Von der Planung über die Realisierung bis hin zum Betrieb stehen Ihnen während des gesamten Lebenszyklus eines Bauwerkes unsere Spezialisten zur Seite.

## Phase 1 – die Planung

- Geologische Erkundung
- Machbarkeitsstudie
- Vorprojekt
- Bauprojekt
- Ausschreibung
- Geomechanische und statische Modellberechnung
- Stabilitätsanalyse und -kontrolle
- Dynamische Untersuchung
- Brandschutzkonzept und -prüfung
- Sicherheitskonzept
- Evakuierungsplanung

## Phase 2 – die Realisierung

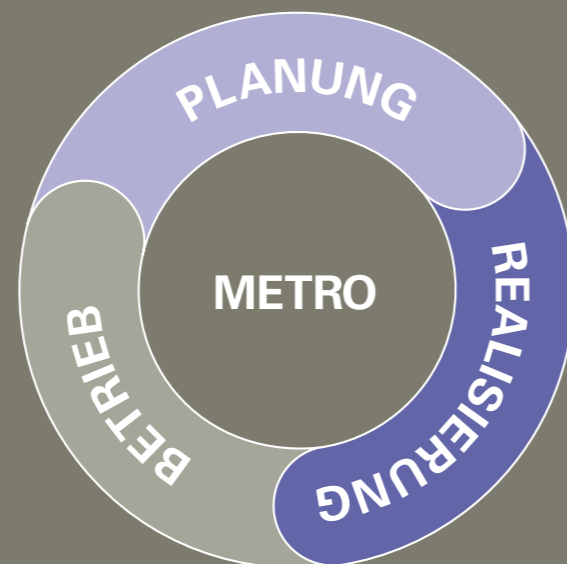
- Ausführungsprojekt
- Bauüberwachung
- Oberbauleitung
- Messtechnische Überwachung
- Spreng- und Erschütterungsüberwachung
- Einsatzplanung für unterirdische Anlagen
- Qualitätskontrolle

## Phase 3 – der Betrieb

- Bauwerksinspektion
- Zustandsanalyse
- Werterhaltung und Unterhaltsplanung
- Instandsetzung und Erneuerung
- Bauwerksveränderung
- Umnutzung und Rückbau

## Leistungen in allen Phasen

- Project Review
- Projektleitung als Bauherrenvertreter
- Controlling
- Risk Management
- Beratung und Expertise
- Schulung
- Sicherheitsprüfung



Personen-Transport-System (PTS) Zürich Flughafen – Schweiz

## WIE IM FLUG MIT DER SKYMETRO ZUM MIDFIELD TERMINAL

Das Verkehrsaufkommen am Zürcher Flughafen ist stark gestiegen. Um dieser Zunahme Rechnung zu tragen, wird der Flughafen umgebaut und erweitert. Herzstück dieser Erweiterung ist der Midfield Terminal mit 27 zusätzlichen Gates, der zwischen den Start- und Landebahnen liegt. Reisende fahren vom bestehenden Flughafen zum neuen Terminal in der sogenannten «Skymetro». Amberg Engineering projiziert und überwacht die Bauausführung der PTS-Tunnel (Personen-Transport-System).

### Die Herausforderung

Die beiden Tunnel liegen vollständig unter dem Grundwasserspiegel in vorwiegend siltigen, sandigen Seeablagerungen. Die Tunnel unterqueren den Terminal A sowie die Start- und Landebahnen, welche während der Ausführung ständig in Betrieb sind. Die Überlagerungen sind vielfach gering – unter dem Terminal A betragen sie

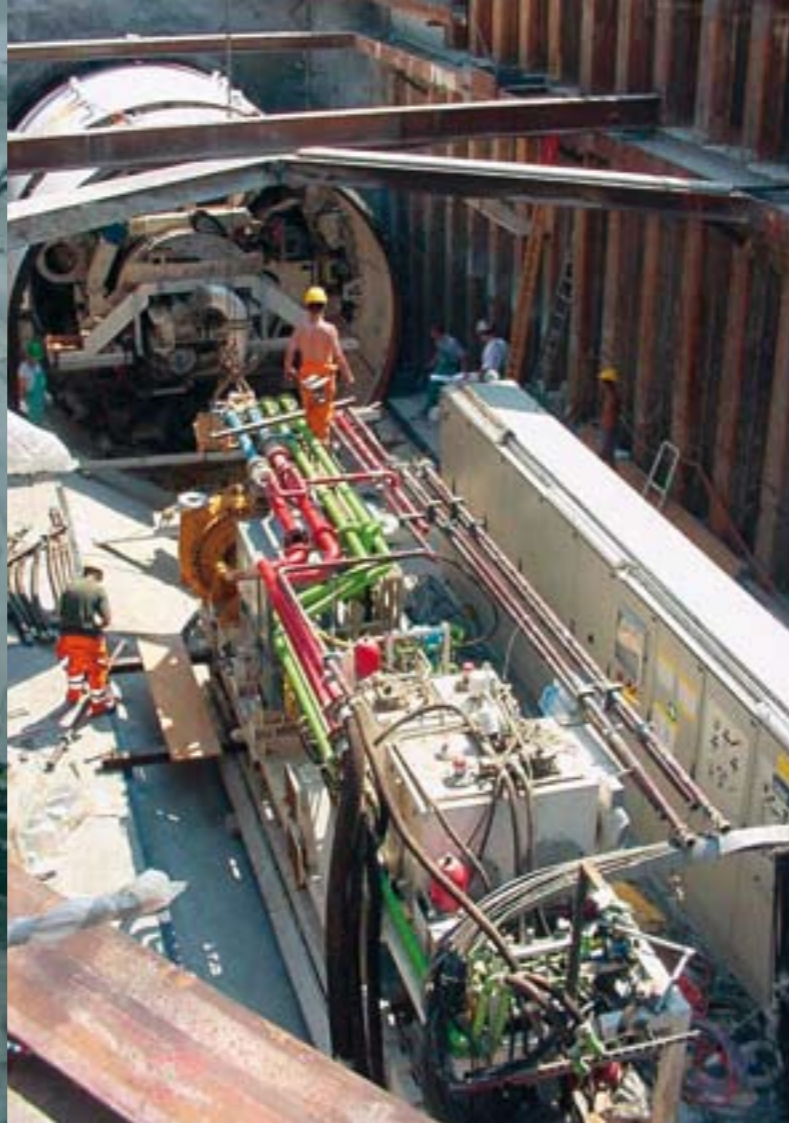
lediglich 1,5 Meter und unterhalb der Hauptpiste 9 Meter. Aus sicherheitstechnischen Gründen muss besonders darauf geachtet werden, die Setzungen gering zu halten.

### Die Lösung

Für den Tunnelvortrieb wird eine Hydroschildmaschine evaluiert. Der projektierte einschalige Ausbau besteht aus abgedichteten Tübbing. Zur Überwachung wird ein umfangreiches Kontroll- und Alarmierungssystem eingerichtet, welches Alarme automatisch weiterleitet.

Mit dem von uns evaluierten Vorgehen können die PTS-Tunnel ohne Behinderung des Flughafen- und Flugbetriebes erfolgreich errichtet werden. Die Skymetro ist seit 2003 in Betrieb und transportiert bis zu 4200 Passagiere pro Stunde.





Metro Barcelona – Spanien

## IM BRANDFALL SCHNELL REAGIEREN UND MENSCHENLEBEN RETTEN

In Barcelona soll eine neue Metrolinie, die L9, das bestehende Streckennetz erweitern. Amberg Engineering beurteilt mit Partnern die Stationen der neuen L9 hinsichtlich der aktuellen Sicherheitstechnik und der Sicherheitsanforderungen.

### Die Herausforderung

In Anbetracht der bereits fortgeschrittenen baulichen Vorbereitungsarbeiten bezüglich Sicherheit besteht ein sofortiger Handlungsbedarf. Insbesondere das Vorgehen im Falle eines Brandes ist noch nicht klar definiert und die Abschätzung der realen Rettungschancen der Fahrgäste und des Personals noch nicht abgeschlossen.

### Die Lösung

Zur Prüfung der Sicherheitstechnik und für die Empfehlung allfälliger Massnahmen werden Bemessungsbrände definiert. Anschliessend sind Räumungsberechnungen und Brandsimulationen für jeweils vier repräsentative Stationen und einen Streckentunnelabschnitt durchzuführen. Die Berechnungen und Simulationen sowie die Analyse der Resultate bilden die Grundlage der Empfehlungen für Brandschutzmassnahmen, Fluchtwegkonzipierung und Bauwerksschutz in den Stationen und im Streckentunnel sowie die Ertüchtigung der Fahrzeuge.

#### **Weitere Metro-Referenzen:**

- Metro Delhi (Indien)
- Metro Singapore, AYA-Tunnel (Singapur)
- Metro Brescia (Italien)
- m<sup>2</sup> Lausanne (Schweiz)
- Metro Valencia (Spanien)
- Metro Budapest (Ungarn)
- Metro Singapur, LOS 855 (Singapur)



Amberg Engineering AG  
Trockenloostrasse 21  
8105 Regensdorf  
Schweiz  
Telefon +41 44 870 91 11  
information@amberg.ch, www.amberg.ch

Niederlassungen: Regensdorf, Bern, Sargans, Chur, Madrid, Oslo, Innsbruck, Brunn, Bratislava, Gurgaon, Singapur  
Partnerunternehmen: Amberg Loglay AG (CH), Amberg Technologies AG (CH), VersuchsStollen Hagerbach AG (CH)